**Programa de Saneamiento del Lago Titicaca**

**(BO-L1118)**

**Análisis Técnico**

**Componente 1**

# Objetivo y justificación del componente 1

La presente operación tiene como objetivo general contribuir a la descontaminación del río Katari y del Lago Titicaca Menor (LTM), a través de la implantación de un modelo de gestión integral resiliente de la cuenca Catari (CK), el incremento de la cobertura de saneamiento y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU).

Los componentes del programa son:

**Componente I**. **Obras y equipamientos para el control de la contaminación (US$65.03 M):** comprendiendo i) ampliación y mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Puchukollo (US$48.52 M), ii) rehabilitación del emisario a la PTAR Puchukollo, iii) construcción y/o ampliación de sistemas de alcantarillado sanitario en al menos 4 localidades identificadas como necesarias para la descontaminación de la CK y del LTM, iv) construcción y/o ampliación de PTARs identificadas como necesarias para la descontaminación de la CK y del LTM en al menos 4 localidades, v) diseño e implementación de planes de fortalecimiento de Comités de Agua/EPSAS en la CK, vi) diseño e implementación de un Plan de fortalecimiento de EPSAS para la O&M de la PTAR Puchukollo, vii) sistema de monitoreo de olores para la PTAR Puchukollo y viii) talleres de capacitación en O&M con enfoque de género e interculturalidad. Incluye costos relacionados con estudios de factibilidad técnica, económica, social y ambiental; supervisión de las obras, DESCOM, comunicación y fortalecimiento para la sostenibilidad de las inversiones.

**Componente II**. Gestión integral de RSU en la CK (US$7.15M)

**Componente III**. Fortalecimiento de la gestión de la CK (US$4.54M)

**Componente IV**. Estudios de acciones estratégicas para la gestión de la CK (US$4.81M).

El programa se estructurará como de obras múltiples, en el cual se financiarán redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs), en un área de intervención que abarca 24 municipios. Dichas obras serán priorizadas teniendo en cuenta la población atendida y el impacto sobre la calidad de los recursos hídricos. Para la muestra, dentro del componente 1 se ha seleccionado el proyecto de ampliación de la PTAR Puchukollo, que atiende los efluentes de la ciudad de El Alto, cuyo costo asciende a US$ 47,3 Millones, que incluye costos de inversión (US$ 45M), supervisión y fiscalización (US$2.3M).

El presente documento analiza las acciones propuestas para las obras de ampliación de la PTAR Puchukollo. La mayor parte de la información presentada fue extraída del “Estudio de Identificación (EI) Nº6 Mejoramiento y Ampliación de la PTAR Puchukollo” del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz- El Alto (PMM), contratado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMyA) en marzo de 2012 y publicado en enero de 2014. También se ha recurrido como fuente al “Informe de auditoría sobre el desempeño ambiental respecto de la contaminación hídrica en la cuenca del río Katari y la Bahía de Cohana” (IAKC) de diciembre de 2014. Por otra parte, se consideraron las propuestas realizadas en el marco del estudio denominado “Informe de inventario y proyección de desarrollo futuro de la PTAR Puchukollo” elaborado por GITEC-TYPSA-Aguilar, (estudio GITEC) y de los estudios complementarios contratados por el Banco para apoyo a la evaluación de la factibilidad del proyecto durante la preparación del programa.

# descripcion de la Situación actual

## Características del área de estudio

El Municipio de El Alto está ubicado en una meseta de superficie plana y ondulada, al pie de la Cordillera de La Paz (Meseta del Altiplano Norte) y de la Cordillera Oriental, a una altura de 4.050 m.s.n.m. Es la cuarta sección de la provincia Murillo, departamento de La Paz. Está dividido en 10 distritos y tiene una extensión de 338,756 Ha. El área urbana tiene una extensión de 15,596 Ha.

Comprende áreas de clima de alta montaña (EB), donde se encuentran altas cumbres de las cordilleras que están cubiertas de nieve o hielo la mayor parte del año, y otras de clima de tundra (ET) en sectores donde se tienen los flancos más bajos de las cordilleras y gran parte del altiplano de acuerdo a la clasificación de Köpen.

La precipitación pluvial está en el entorno de 500 a 600 mm por año, con la mayoría ocurriendo entre noviembre y marzo y estiaje el resto del año. El clima tiene diferencias estacionales, predominando el clima templado con una temperatura promedio de 10 ºC.

El censo de 2012 indicaba una población en el municipio de El Alto de 848,840 habitantes. Se trata de un área de gran crecimiento demográfico, con población mayoritariamente joven.

El 71.5% de la población se ocupa en el sector terciario (comercio y servicios), mientras que el 24.1% se dedica a la actividad manufacturera, de los cuales el 47% trabaja en microempresas. El área cuenta con numerosas industrias de diversos tamaños, la mayoría de las cuales no trata sus efluentes. La tasa de desocupación en 2012 era de 7.2%.

El 61.16% de la población de 6 y más años de edad tienen como idioma materno el castellano, el 31.09% el aymara y el 3.17% habla el idioma quechua.

El operador de los servicios de agua y saneamiento es la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS) del área metropolitana de La Paz y El Alto.

Las fuentes de agua para las ciudades de La Paz, El Alto y zonas adyacentes, se encuentran emplazadas en la Cordillera Real.

## Sistema de alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario administrado por EPSAS se encuentra dividido en dos grandes zonas: La Paz y El Alto.

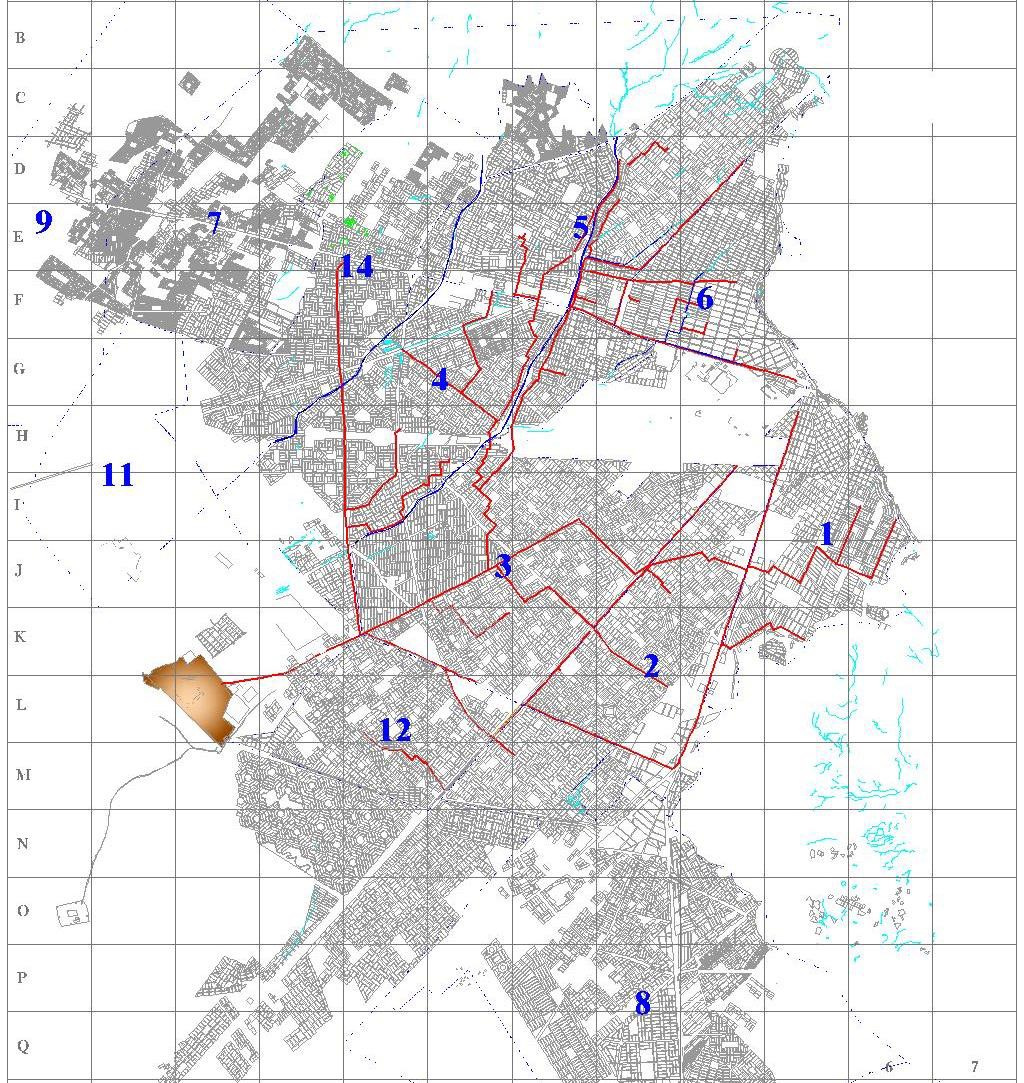
El sistema de recolección de aguas residuales domésticas de la ciudad de El Alto es de tipo separativo. En la actualidad, la infraestructura de colectores existentes conducen las aguas residuales hacia la planta de tratamiento de Puchukollo, a través de una red de colectores principales (interceptores) y un emisario que transita por la Av. Julio Cesar Valdés.

Se han identificado una serie de puntos de descarga no controlada hacia cauces que atraviesan la ciudad de El Alto, en particular hacia los ríos Seco y Hernani, y en menor medida hacia el río Seque y la quebrada Alpacoma.

La cobertura del alcantarillado sanitario al 2012 en el área urbana del Municipio de El Alto, alcanzaba a un 53.5%, con 118,806 conexiones y una población servida de 454,313 habitantes, contando con aproximadamente 1.400 km de redes en un área de 865 km2.

El PMM calculó que la suficiencia hidráulica de los colectores es actualmente aceptable, con rangos de uso entre 3% y 40% de su capacidad máxima.

Figura 1 Localización de la PTAR Puchukollo y colectores principales de la red de alcantarillado sanitario

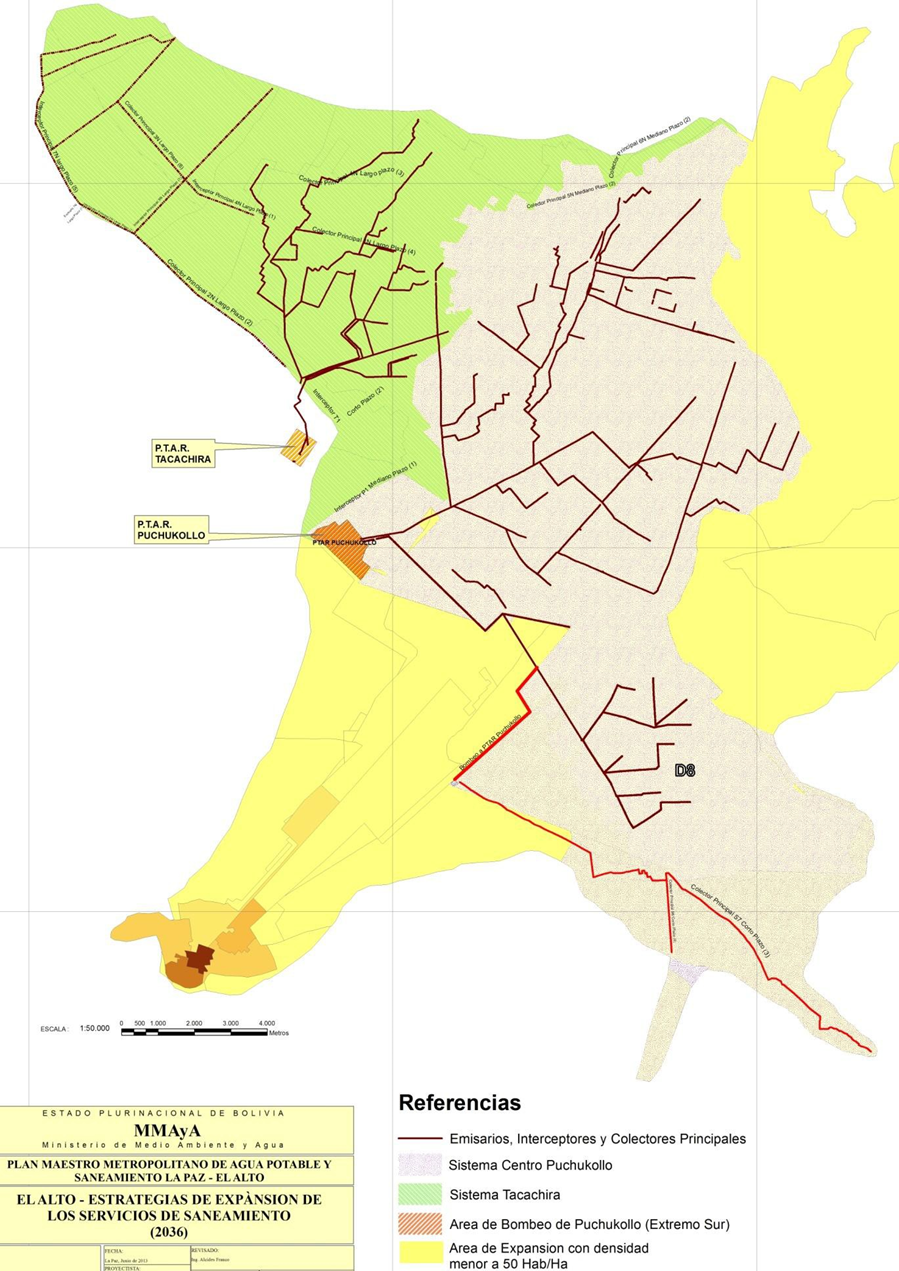


Fuente: PMM en base a información suministrada por EPSAS.

La red de recolección primaria consta de siete colectores de primer orden y un interceptor que se desarrolla a lo largo de la Av. Julio Cesar Valdés. Las aguas residuales primero son captadas en los Distritos 1, 5, 6 y 14 ubicados en los sectores N, N-E y N-O de la ciudad (donde prevalecen las pendientes más pronunciadas), para luego descargar sus aguas hacia el S-E en colectores ubicados en los Distritos 2, 3, 4, 8 y 12, desde donde descargan en el interceptor principal que conduce los vertidos a la PTAR Puchukollo.

El esquema previsto de funcionamiento del sistema de alcantarillado en el marco del PMM, prevé el funcionamiento de dos PTARs: Tacachira (a construir) y Puchukollo (a ampliar).

Figura 2 Sistemas de alcantarillado y tratamiento de Tacachira y Puchukollo



Al momento de elaborarse el PMM, EPSAS se encontraba ejecutando y/o tenía previsto ejecutar en el corto plazo los unos 329 km de red, de los cuales: i) 33 km en distrito 8 (además de 4 estaciones elevadoras y sus líneas de impulsión), 84 km en distrito 12 y 54 km en distrito 4, con aporte a la PTAR Puchukollo, y ii) 155 km en los distritos 7 y 14, cuyas aguas residuales serán conducidas a una nueva planta de tratamiento a localizarse en la zona de Tacachira. Con la incorporación de estas obras, la población a servir se incrementaría en un 13.8%, equivalente a unos137,000 habitantes.

## Características de la PTAR Puchukollo

### Localización y aportes

Las aguas residuales tanto domésticas como industriales colectadas por la red de alcantarillado de la ciudad de El Alto, en un 70% son conducidas por gravedad, mediante un emisario, hasta la PTAR denominada Puchukollo ubicada al sureste de la ciudad de El Alto, entre las coordenadas E 578808 y N 8169909, E 579121 y N 8169043, E 578857 y N 8168741, E 578221 y N 81699460 y emplazada a una altitud media de 3910 msnm.

La planta entró en operación en diciembre de 1998, diseñada en base a sistemas de lagunas, con una capacidad de 430 l/s. En 2011 se construyeron 3 filtros percoladores, ampliando la capacidad de diseño a 542 l/s.

El PMM estimaba al 2012 un total de 814,000 habitantes en el área de influencia de la PTAR, con aproximadamente 488,000 habitantes (60%) conectados a la misma.

Figura 3 Vista aérea a del PTAR Puchukollo



El procesamiento de los datos disponibles indica un caudal promedio de entrada en los últimos años de 397 L/s. Si bien el caudal durante las lluvias aumenta, ha alcanzado apenas en contadas ocasiones el caudal de diseño de 542 L/s. La medición de los caudales de entrada en la PTAR no es continua, presenta imprecisiones, y además la base de datos presenta valores repetidos.

En el PMM se indica que parte del caudal afluente es desviado antes de ingresar a la planta mediante varias perforaciones en la tubería de hormigón armado de 1000 mm de diámetro que constituye el emisario a la planta, así como también en represamientos efectuados en las cámaras de inspección, para originar su rebalse, estos desvíos son ejecutados por agricultores que utilizan el agua residual para regar cultivos.

Las aguas residuales que confluyen a la PTAR Puchukollo, de acuerdo con lo indicado en el PMM y tomando en cuenta mediciones de los últimos dos años, presentan las características siguientes:

* La DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno), es alta. La concentración promedio en los dos últimos años fue 511 mg/L.
* Periódicamente los afluentes a la PTAR registran picos muy altos de DQO, que evidencian una constante de descargas de origen industrial no permitidas. El promedio de los dos últimos años fue 1520 mg/l.
* La concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es muy superior al que presentarían las aguas de origen doméstico, ello se explica por los vertidos de aguas industriales que descargan en los colectores sanitarios.
* Los contenidos de nitrógeno total y amoníaco llegan periódicamente en concentraciones que se pueden considerar altas, con un promedio de 111 mg/l en N en los últimos dos años.
* El fósforo es un nutriente que se presenta en concentraciones medias (promedio 13.3 mg/L).
* Los metales pesados como el Cd, Pb, Hg y As presentan concentraciones que se encuadran a los límites normativos, sin embargo el Cromo se presenta con cierta frecuencia en valores elevados, debido especialmente a la actividad de las curtiembres que descargan aguas residuales industriales, en forma clandestina.
* De acuerdo con lo informado por EPSAS, además de las descargas industriales continuas, se detectan esporádicamente en horas nocturnas descargas de aguas residuales con alta concentración de contaminantes.

Los coliformes presentan características típicas de las aguas domésticas.

En estos últimos años, se ha levantado un registro de industrias de El Alto y se ha trabajado en la caracterización de sus efluentes en los casos en se ha podido acceder a sus descargas. En setiembre de 2015 se hizo una campaña en la cual se monitorearon 37 industrias, resultando que solo 3 cumplen con la norma nacional que fija las “Condiciones técnicas y administrativas para el control de descargas liquidas de usuarios industriales y especiales”.

### Descripción de la PTAR

La PTAR Puchukollo está compuesta por las siguientes unidades de tratamiento:

* Rejas fijas, desarenador manual y Parshall.
* 2 lagunas anaerobias de 190,000 y 224,000 m3 respectivamente.
* 3 Filtros percoladores de 40 m de diámetro (se construyeron en 2011 pero tuvieron problemas y retornaron a funcionar a partir del segundo semestre de 2014).
* Lagunas facultativas, consistentes en 2 trenes paralelos de 2 lagunas cada uno:
  + Las facultativas primarias tienen superficies de 5.3 y 6 Ha y volúmenes de 120,000 y 154,000 m3 respectivamente.
  + Las facultativas secundarias tienen superficies de 3 y 3.5 Ha y volúmenes de 64,600 y 39,000 m3 respectivamente.
* Lagunas de maduración, 2 trenes paralelos de 2 lagunas.

Lagunas de pulimiento, 2 lagunas en paralelo.

Las lecturas de caudal se efectúan en forma manual y no son precisas.

El efluente de las lagunas anaeróbicas es bombeado a los filtros percoladores, y el efluente de estos es bombeado a las facultativas primarias. La recirculación es entre ambos cárcamos de bombeo.

El control de caudales que alimentan al filtro y los efluentes de los filtros son automatizados y operados electrónicamente por un sistema SCADA.

El sistema cuenta con un grupo generador de energía eléctrica para casos de emergencia.

El efluente de la planta, luego de pasar por el resto de las lagunas, es vertido al río Seco, desde el cual, según se indica en el PMM, parte es derivado para usos de riego agrícola.

El conjunto de las construcciones y obras que conforman la planta de Puchukollo presenta un buen estado de conservación.

Figura 4 Esquema en planta de la PTAR Puchukollo



### Eficiencia del tratamiento y efectos de las descargas

De acuerdo con la información presentada por EPSAS, los valores promedio de concentraciones de los parámetros más importantes en el efluente en los últimos dos años han sido: DBO 132 mg/L, DQO 342 mg/L, NT 61.4 mg/l, P 7.67 mg/l. La mayor parte del tiempo estos valores no cumplen con los límites de descarga a cuerpo receptor que establece la Ley 1333, que son, respectivamente: 80, 250, 15 y 2 mg/l.

La descarga final del efluente tratado en Puchukollo se efectúa al río Seco que posteriormente desemboca en el río Pallina.

Ambos ríos se encuentran muy contaminados antes de recibir los vertidos de la PTAR Puchukollo, el primero por ser el drenaje natural de la ciudad de El Alto y el Pallina por ser drenaje de la ciudad de Viacha cuyas descargas no cuentan con tratamiento. Se trata de ríos intermitentes que carecen de caudal propio. De acuerdo con lo indicado en el IAKC “a pesar que el río Seco atraviesa por un sector donde existe muy poca presión antrópica, el impacto que recibe en su paso por el área urbana de la ciudad de El Alto es tal que impide que el río pueda autopurificarse”.

El río Pallina finalmente desemboca en el río Katari, que a su vez aporta al lago Titicaca. Es utilizado para riego de cultivos de tallo alto y forraje.

Resultados de muestreos realizados por el MMyA a través del Plan Director de la cuenca Katari (PDCK) muestran el carácter de “muy contaminados” de los ríos Seco y Pallina.

El IAKC ndica que la contaminación transportada y depositada a través del río Katari en el lago, en la zona de la bahía de Cohana, ha ocasionado que más de 30 km de agua del lago se encuentren altamente contaminados con materia orgánica

Figura 5 Descarga del efluente de la PTAR Puchukollo en el río Seco



Las descargas de los efluentes de El Alto y de Viacha contribuyen a la contaminación del lago Titicaca.

Los efectos sobre el lago Titicaca se traducen en la necesidad de disminuir el aporte de nutrientes al mismo. Estudios realizados por Vega y Paz (2004) respecto a las condiciones tróficas en la bahía de Aygachi en la desembocadura del río Katari (un sector de la misma es también conocida como bahía de Cohana) concluyen que el nutriente limitante varía según el sitio de interés, siendo el Nitrógeno el reactivo limitante en el área de corriente lacustre producida por la descarga del río Katari.

Dos aspectos operativos requieren ser tenidos particularmente en cuenta en la solución de ampliación de la PTAR: el problema de olores (que han ocasionado quejas de los vecinos) y el hecho que nunca se realizó la extracción de lodos que se han ido depositando en el fondo de las lagunas.

La principal fuente de olores son las lagunas anaerobias.

Las mediciones de nivel de lodo de fondo de las lagunas anaerobias han permitido calcular los volúmenes acumulados, los cuales totalizan 144,000 m3 solamente en las lagunas anaerobias.

Por otra parte, se entiende que cualquier solución que se plantee de ampliación y mejora de las instalaciones, va a requerir la adopción de medidas de control de las descargas industriales para cumplir con la normativa de descarga.

# estudios y diseños antecedentes de ampliacion de la ptar

El proyecto denominado “Ampliación de la PTAR Puchukollo Etapa 1-A” fue desarrollado durante el año 2008 por consultores contratados por EPSAS. El EIA correspondiente a la propuesta, aprobado en 2009, propone la solución técnica resultante de un estudio de alternativas, que permitía cumplir con valores de descarga de 80 mg/l de DBO, 250 mg/l de DQO y 1000 NMP colifecales/100 ml.

El proyecto preveía diferentes etapas de inversión:

* Etapa 1, período 2009-2013, para 714,000 habitantes, donde se construirían 3 filtros percoladores (etapa 1-A, ejecutada) y dos filtros más en la etapa 1-B más desinfección.
* Etapa 2, 2013-2017 para 973,000 habitantes; agregado de 2 filtros percoladores, laguna anaeróbica, pretratamiento, desinfección
* Etapa 3, 2017-2027: 2 filtros percoladores, rejas autolimpiantes, una laguna anaeróbica y desinfección.

Etapa 4, 2027-2035: 4 filtros percoladores, laguna anaeróbica, etc.

Solamente la primera etapa (Etapa 1-A) fue implementada.

En marzo de 2012 Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMyA) contrató la elaboración del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz- El Alto (PMM), el cual incluyó el “Estudio de Identificación (EI) Nº6 - Mejoramiento y Ampliación de la PTAR Puchukollo”.

El EI del PMM fue elaborado con la finalidad de generar posteriormente el Estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental (TESA) para diseño final, cuya elaboración es responsabilidad de la municipalidad de El Alto. Dicho EI, incluyendo los TDR para la contratación de los estudios TESA fue presentado a la municipalidad en mayo de 2014[[1]](#footnote-1).

Paralelamente, de acuerdo con lo indicado en el IAKC, el MMyA a través de la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), realizó la contratación de la consultora GITEC para el desarrollo de un estudio de factibilidad para la ampliación de Puchukollo, al tener reservas respecto a algunas de las conclusiones del EI del PMM.

Ambos estudios (EI del PMM y estudio de GITEC), luego de comparar alternativas, concuerdan en mantener la solución básica de tratamiento actual, es decir, sistemas de lagunas anaerobias, filtros percoladores y lagunas facultativas y de maduración. Ambas propuestas incorporan un sistema de pretratamiento automatizado que incluye rejas, tamices, desarenadores y desengrasadores. Por otra parte, presentan variantes en cuanto a número de unidades, solución a los temas de olores de las lagunas anaerobias, sistemas de secado y extracción de lodos de las lagunas anaerobias así como respecto a las etapas en la programación de las inversiones. El EI del PMM propone incorporar sedimentadores secundarios.

Las soluciones propuestas permiten cumplir con los objetivos de calidad de los parámetros básicos de contaminación orgánica y bacteriológica establecidos en la ley 1333 y a su vez avanzar en etapas para cumplir los objetivos de calidad referidos a nutrientes.

El IAKC recomienda a los organismos competentes: MMyA, Gobierno Autónomo Municipal de El Alto (GAMEA), la EPSAS y la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), dentro de sus atribuciones y competencias otorgadas por la legislación vigente, establecer la elaboración de un único TESA para la ampliación de la PTAR Puchukollo.

Este estudio TESA a contratarse a la brevedad, definirá el diseño de detalle de las obras de ampliación de la PTAR Puchukollo a financiarse en el marco de este programa.

Como parte de la preparación de este programa, el Banco contrató un especialista en plantas de tratamiento, para apoyar en la revisión de los estudios del PMM y de GITEC, con la finalidad de identificar, detallar y estimar costos de intervenciones que complementen y optimicen los diseños básicos disponibles, incluyendo la adecuación de las proyecciones de caudales y cargas al calendario del programa. Estas propuestas además servirán de apoyo a la contraparte en la elaboración de los estudios TESA.

El PMM realizó la proyección de caudales y cargas previstas para ingresar a la PTAR hasta el año 2036. Las proyecciones se basaron en una estimación de incremento de unas 9,000 conexiones por año. Sin embargo, de acuerdo con información actualizada presentada por EPSAS, dichas previsiones fueron superadas, manteniéndose un ritmo de crecimiento de 10,000 conexiones por año. Este aspecto fue tenido en cuenta en la actualización de los caudales de diseño.

# Propuesta básica y estimación de costos

Considerando que las obras de la primera fase de la ampliación se ejecutarían entre los años 2018 y 2020, se establecieron dos horizontes de inversión, con caudales y cargas de diseño para las proyecciones al 2029 y al 2039.

Los caudales de diseño actualizados, expresados en l/s, son los siguientes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Año | 2029 | 2039 |
| Caudal (l/s) promedio en tiempo seco | 1,115 | 1,383 |
| Caudal promedio en con lluvia | 1,502 | 2,078 |
| Caudal pico diario en tiempo seco | 1,450 | 1,799 |
| Caudal pico diario en tiempo con lluvia | 1,953 | 2,701 |
| Caudal pico horario en tiempo seco | 1,673 | 2,075 |
| Caudal pico horario en tiempo con lluvia | 2,253 | 3,116 |

La propuesta básica presupuestada consta, para la primera etapa, de los siguientes componentes:

* Sistema de pretratamiento con capacidad para el caudal pico horario durante la lluvia, el cual incluye: foso de gruesos, rejas de 100 mm de separación, rejas automáticas de 20 mm de separación, bombeo, desarenadores- desengrasadores, tamices rotativos de 3 mm de pasaje.
* El tratamiento biológico anaerobio consiste reactores anaerobios de baja carga tipo laguna, de 6 m de profundidad, con mezcla, cubierta plástica, remoción y captura de gases, y se diseña con el caudal promedio en época de lluvia y se verifica para el caudal pico diario. Serían necesarios 6 reactores en primera etapa y resulta más económico construirlos en la localización actual de las lagunas anaerobias, que se eliminarán.
* El efluente de los reactores anaerobios se bombea a filtros percoladores de 40 m de diámetro y 5 m de altura de relleno, de las dimensiones de los existentes. Se diseñan para el caudal medio diario de época de lluvia y se requeriría construir 6 filtros para sumarse a los 3 existentes.
* Se requiere la misma cantidad de sedimentadores secundarios (40 m de diámetro) que de filtros.
* Dosificación de cloruro férrico en la entrada de los sedimentadores para remoción de P.
* Sistema de desinfección mediante cloración.
* Reemplazo de los equipos de bombeo para recirculación existentes por otros de mayor capacidad.
* Bombeo de lodos sedimentados a los reactores anaerobios
* Sistema de deshidratación de lodos mediante (4+1) centrífugas de dos fases (decanters)
* Sistema generador de energía eléctrica utilizando parte del gas extraido de los reactores anaerobios, que cubra el consumo energético de la planta.

Como se indicó antes, las lagunas anaerobias presentan dos importantes problemas operacionales: la necesidad de extracción de lodos y la generación de olores.

La propuesta de construir reactores tapados, con extracción y tratamiento de gases, permitirá abatir el problema de olores generados por las lagunas actuales.

En lo que respecta a la extracción de lodos, las actividades correspondientes requerirán, según esta propuesta básica, vaciar cada laguna, y extraer los lodos mientras el caudal entrante desvía a la unidad paralela o eventualmente parte se desvía hacia la unidad siguiente. Se debe intervenir una laguna anaeróbica a la vez para mantener el proceso operando. Se estima que deberán extraerse unos 140,000 m3 de lodos para vaciar las lagunas anaerobias. A efectos de evitar la sobrecarga del sistema, la intervención en las lagunas anaerobias debería realizarse luego de construidas todas las nuevas unidades del tratamiento secundario (filtros y sedimentadores secundarios), además del pretratamiento.

El lodo extraído será deshidratado mediante centrífugas, agregándose cal antes de transportarlo al área destinada especialmente para su disposición en el predio, previéndose que se puedan depositar en el fondo acondicionado de una de las lagunas facultativas previamente vaciada. Con una sola laguna se tendría capacidad de almacenamiento para más de 30 años. Se deberán construir sistemas de recolección y retorno del lixiviado.

Existe el riesgo, aunque con baja probabilidad, de que, debido a los continuos aportes industriales, y particularmente a concentraciones importantes de cromo proveniente de vertidos de curtiembres, el lodo acumulado pueda ser tóxico. Se están realizando los estudios correspondientes. En el caso poco probable que se encuentren indicios de toxicidad, deberán tomarse precauciones de manipulación y disposición controlada de dicho lodo, lo cual se traducirá en mayores costos, para lo cual se ha previsto un monto correspondiente dentro de las obras del componente 1 que no forman parte de la muestra.

Se espera con esta propuesta disponer de un efluente con valor de DBO5 menor o igual a 20 mg/l y P menor o igual que 2 mg/l en promedio mensual.

Se estima un presupuesto de inversión de primera etapa de US$ 45,000,000, con un costo anual de O&M de poco más de US$ 2,000,000. Es de destacar que esta propuesta es energéticamente autosustentable.

La solución presupuestada mejora considerablemente la calidad del efluente en concentración de materia orgánica, sólidos, fósforo y calidad bacteriológica, entre otros. Por otra parte, la remoción de nitrógeno presenta numerosos desafíos asociados a la altura del área de proyecto, como son el costo de las soluciones que requieren aporte de oxígeno y el costo (se estima en unos 30 U$S M en este caso) y la escasa experiencia en la efectividad de invertir en mayor cantidad lechos percoladores en zonas altas como esta para lograr la nitrificación del efluente. La limitación del presupuesto determina la necesidad de plantear la priorización de acciones y de programar las inversiones en etapas, dentro del marco de la normativa ambiental aplicable.

Paralelamente, se trabajará en el programa en la identificación de las fuentes de aporte de N y P y afectaciones de la cuenca que causarían la eutrofización de la Bahía de Cohana y en identificar soluciones para el elevado aporte industrial. Sin perjuicio de lo anterior, autoridades de cuenca y EPSAS manifestaron el interés de dichos organismos en evaluar alternativas para el tratamiento de nitrógeno, como ser fitorremediación y reuso.

1. Fuente: Informe de auditoría sobre el desempeño ambiental respecto de la contaminación hídrica en la cuenca del río Katari y la Bahía de Cohana” (IAKC) de diciembre de 2014 [↑](#footnote-ref-1)